Zur Anatomie japanischer Zwergbäumchen

Von

Universitätsprofessor Dr. Oswald Richter

(Mit 2 Tafeln)

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität, Nr. 118 der 2. Folge

Mit Unterstützung der Akademie der Wissenschaften aus dem Legate Scholz ausgeführt.[1]

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Juli 1918)

Die selten eintretende Gelegenheit, ein Zwergbäumchen zur anatomischen Untersuchung zugewiesen zu erhalten, und der gewiß nicht leichte Entschluß, ein derartiges noch immer recht kostspieliges Objekt der anatomischen Untersuchung zu opfern, erklärt es offenbar, warum wir über die anatomischen Verhältnisse der Zwergbäumchen, speziell der aus Japan, noch so wenig unterrichtet sind, und mag die Veröffentlichung dieses kleinen Beitrages zu deren Anatomie rechtfertigen und entschuldigen.

Da weder Gauchery (1899) noch Lippold (1904), Kraus (1906) und Sierp (1913) in ihren Werken über den pflanzlichen Nanismus Koniferen in den Bereich ihrer Untersuchungen einbezogen, Vallot (1889, zitiert nach Gauchery, p. 63) seine Aufmerksamkeit ausschließlich der äußeren Gestalt der von ihm auf der Pariser Ausstellung im Trocadéro gesehenen japanischen Zwergbäumchen zuwandte und Molisch

[1] Es sei mir gestattet, für die Subventionierung dieser Arbeit der Akademie meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

(I, 1916, p. 30) in seinem bekannten Werke der Pflanzenphysiologie in erster Linie den Ursachen des Zwergwuchses nachgeht, findet sich eigentlich alles, was bis jetzt über die Anatomie von als Zwergbäumchen gezogenen Nadelhölzern bekannt ist, in Sorauer's 1909 erschienenem Handbuche der Pflanzenkrankheiten, p. 139, mitgeteilt. Danach hatte Sorauer (p. 140) Gelegenheit, ein Stammstück eines abgestorbenen Zwergbäumchens[1] zu untersuchen, das auf der einen Seite seines Querschnittes 30, auf der anderen 15 zählbare jahresringartige Bildungen aufwies.

Offenbar lag die Sache so, daß die Angabe der Jahresringe infolge der abnormen Ausbildung des Holzes ungemein erschwert war, so daß man weder makro- noch mikroskopisch ihre Zahl völlig sicher angeben konnte.

»Auf der im Wachstum begünstigten Seite fiel es auf, daß die Breite der einzelnen Jahresringe sehr wechselte. Man konnte vier Zonen unterscheiden. Jede derselben endete mit sehr schmalen Ringen, deren Tracheiden äußerst englumig und durch Verkienung braunwandig waren. Sonst war das Holz gesund. Der Rindenkörper entsprach in seinen Dimensionen der Holzscheibe, d. h. er war an der engringigen Seite 1·5 *mm*, an der weitringigen 4 *mm* dick. An einer Schmalseite fand sich eine eingebuchtete Stelle, bei der eine geringere Entwicklung des Holzkörpers durch eine stärkere, bis $5^1/_2$ *mm* dicke Borkenbildung ausgeglichen war. Hier verrät sich in den einzelnen Borkenschuppen zwischen den Tafelkorklagen eine Neigung zu Füllkork ähnlicher Lockerung.« (p. 140/1.)

Nun hat Herr Hofrat Prof. Dr. Hans Molisch unter anderem auch eine Anzahl japanischer Zwergbäumchen von seiner Weltreise nach Prag gebracht, von denen nur ein Ahorn den langen Transport wohlbehalten überstand, während alle Koniferen eingingen. Diese stehen nun als Demonstrationsobjekte in der Sammlung des Prager Pflanzenphysiologischen Institutes der k. k. deutschen Universität, nachdem sie mir von Herrn Hofrat Molisch zur Untersuchung zugewiesen worden waren. Ich möchte ihm daher für die gütige Erlaubnis, diese interessanten Bäumchen anatomisch überprüfen zu dürfen, meinen verbindlichsten Dank aussprechen.

---

[1] Ich vermute von *Thuja obtusa*; eigens genannt ist die Pflanze nicht, doch wird in dem ganzen Abschnitte nur von *Thuja* gesprochen.

Gleich der erste Schnitt zeigte mir so auffallende Eigentümlichkeiten, daß ich mich zu einer genaueren Untersuchung der Zwergbäumchen entschloß, über deren Ergebnisse ich bereits in einem Vortrage berichtet habe (I, 1913).

I. Steinzellenmarkstrahlen in der Rinde eines japanischen Zwergbäumchens von Cryptomeria Japonica.

Der erste Schnitt, von dem ich sprach, war ein Tangentialschnitt durch die Rinde und bot das in Fig. 2, Tafel I, dargestellte Bild. Mächtige Sklerenchymfasern (Sk) durchziehen das Präparat, die nur für schmale Siebröhren und etwa gleichstarke Markstrahlen Raum lassen.

Gerade diese Markstrahlen nun sind es, die eine eingehendere Beschreibung verdienen. In einzelnen (Fig. 7, Tafel I) von ihnen fallen sofort mächtige Sklerenchymzellen in der Ein- und Mehrzahl auf, die auf den ersten Blick an die von Molisch (II, 1888, Fig. 5 und 6) bei *Piratinera guianensis* und *Mespilodaphne Sassafras* beobachteten Steinthyllen erinnern.

Wiederholt macht es den Eindruck (Fig. 4, 5, 6 der Tafel I), als ob die erzeugten Steinzellen in das Gebiet ihrer Nachbarzellen übergriffen, so daß in manchen Fällen nur eine einzige oder zwei große Sklerenchymzellen dort zu finden sind, wo man eine ganze Markstrahlzellreihe erwartet (Fig. 6 der Tafel I).

Am häufigsten sind jedoch die meisten in einer Reihe gelagerten Markstrahlzellen in den sklerenchymatischen Zustand verwandelt (Fig. 4, 5 der Tafel I). Es kommt aber auch vor, daß alle Zellen des Markstrahles in Steinzellen umgewandelt werden oder daß eine Markstrahlzelle nur teilweise von einer rechtwinkelig gebogenen Sklerenchymzelle ausgefüllt wird (Fig. 1 der Tafel I).

Macht man Radialschnitte durch die Rinde eines solchen Zwergbäumchens, so fallen wieder die oben erwähnten langen Sklerenchymfasern (Sk) ins Auge, zwischen denen kaum eine Andeutung von Siebröhren wahrgenommen werden kann. Über sie hin ziehen nun die Steinzellen-

Markstrahlen in Bändern, die uns die ganze Schar von Erscheinungsformen, wie sie sich am Tangentialschnitte boten, verständlich machen (Fig. 8 und 9 der Tafel I).

Wieder sieht man das scheinbare »Eindringen« einzelner Steinzellen in das Gebiet ihrer Nachbarinnen (Fig. 10 der Tafel II), meist aber scheinen alle benachbarten Markstrahlzellen gleichzeitig zu Steinzellen zu werden, so daß lange Züge von Sklerenchymzellen entstehen (Fig. 9 der Tafel I). Dabei kann es vorkommen, daß diese radiären Züge im Markstrahlband allein, zu zweien oder zu mehreren auftreten, wobei sie lückenlos aneinander schließen (Fig. 9 der Tafel I) oder Lücken von unverdickten Zellen zwischen sich frei lassen können (Fig. 8 der Tafel I). Endlich kann bei der weitestgehenden Sklerenchymbildung ein großes Steinzellenband durchs Gesichtsfeld gehen, in dem wie die Steine in einem Mosaik die regelmäßig gebauten Markstrahl-Steinzellen aneinanderschließen.

Querschnitte durch einen Ast des Zwergbäumchens geben endlich das in Fig. 11 der Tafel II dargestellte Bild, dessen Deutung sich nach dem Gesagten von selbst versteht.

Was die Chemie der Steinzellenmembran anlangt, so ergab die mikrochemische Reaktion mit Phlorogluzin-Salzsäure das Vorhandensein von Holzstoff.

Die beschriebenen Erscheinungen konnte ich an allen Schnitten der mir zur Untersuchung zugewiesenen zwerghaften *Cryptomeria Japonica*, und zwar sowohl an Rindenstücken des Stammes wie der Äste wahrnehmen.

Was das Alter des untersuchten Objektes betrifft, so bin ich leider nur in der Lage, auf Grund von Querschnitten durch den mir überlassenen Ast des Zwergbäumchens auf das Gesamtalter des Baumes zu schließen.

Der untersuchte Ast von 4 *mm* Durchmesser zeigte an einer Stelle 9, an einer zweiten 15 bis 16 jahresringartige Bildungen, kann also auf 16 Jahre geschätzt werden.

Dabei ist zu bemerken, daß es oft nicht leicht ist, die Jahresringe als solche zu erkennen, weil streckenweise die englumigen Tracheiden so eng aneinander schließen, daß man beim besten Willen kein Frühjahrsholz zu unterscheiden

vermag. An einer Stelle entsprach dieses Gebiet völlig gleichartig verdickter Tracheiden vier Jahresringen an einer anderen Stelle.

Zu dem kommt, daß bei dem von mir untersuchten Zwergbäumchen offenbar infolge der schlechten Ernährung der jährliche Holzzuwachs ein auffallend geringer und häufig, wie bei im hohen Norden erwachsenem Gehölze nur auf einige wenige Zellagen beschränkt ist.

Da der untersuchte Ast einen Durchmesser von 4 *mm*, der in der Sammlung des Prager deutschen Pflanzenphysiologischen Institutes aufgehobene Stamm aber von rund 20 *mm* aufwies, so kann man wohl auf ein Alter von 80 Jahren schließen.

Diese Zahl ist keineswegs phantastisch, da sie in Übereinstimmung steht mit Angaben von M. Miyoshi (zitiert nach Richter O., I, 1913, p. 649), der geschichtliche Daten über das Alter solcher Bäumchen besitzt, und da Molisch (I, 1916, p. 31) in Yokohama ein Kirschbäumchen von 150 Jahren gesehen hat und entgegen der Ansicht von Sorauer (1909, p. 141) nach seinen Ermittlungen »Bäumchen, die im schmalen Blumentopf durch Gärtnergenerationen bis zu einem Alter von 100 bis 300 Jahren herangezogen wurden«, »in Japan keine große Seltenheit sind« (p. 32).

Die vergleichende Untersuchung der Rinde eines Stammstückes von *Cryptomeria Japonica* aus der Holzsammlung des k. k. Pflanzenphysiologischen Institutes der deutschen Universität in Prag, das vom Stamme seinerzeit in tangentialer Richtung abgesägt worden sein mochte und eine Breite von 12 *cm* aufwies, zeigte nicht eine Spur von jenen abnormen Veränderungen der Markstrahlen, wie sie eben von den Schnitten der Zwergbäumchenrinde beschrieben wurden (Fig. 3 der Tafel I), dagegen fanden sich hier dieselben Sklerenchymfasern, die also wohl als Charaktermerkmal der Konifere *Cryptomeria Japonica* angesprochen werden können.

Ebenso ließen sich weder in den Rindenmarkstrahlen von fünf normalen *Cryptomeria Japonica*-Stammstücken der verschiedensten Altersstadien noch in denen einer normalen *Crypto-*

meria elegans der Sammlung des Pflanzenphysiologischen Institutes der k. k. Wiener Universität Steinzellen nachweisen.

Überblicken wir den Gegensatz, der sich in der Ausbildung der Rindenmarkstrahlen, und zwar nur in diesen, also nicht in den Holzmarkstrahlen des Zwergexemplares und der normalen Exemplare von *Cryptomeria Japonica* ergibt, so kommen wir zu dem Schlusse, daß er mit dem Zwergwuchse in enger Beziehung stehen dürfte.

Diese Deutung der geschilderten Ergebnisse findet auch darin noch eine wesentliche Stütze, daß in seiner Anatomie der Baumrinden Möller (1882, p. 439) die Koniferen ausdrücklich in jene Gruppe von Pflanzen untergebracht hat, an denen unter normalen Verhältnissen niemals Sklerenchymbildung in den Markstrahlen beobachtet wurde.[1]

Als passende Analogien zu der beobachteten Sklerenchymbildung in Markstrahlzellen von *Cryptomeria Japonica* seien das Steinigwerden und die Lithiasis der Birnen (Sorauer, 1909, p. 169) erwähnt. Hiebei handelt es sich um die Tatsache, »daß Birnen auf magerem Boden in trockenen Jahren ein festes Fleisch behalten und beim Genuß durch die außerordentliche Menge steiniger Körnchen zwischen den Zähnen knirschen«. Bei den Birnen handelt es sich hiebei allerdings »nicht« um »das Auftreten der Steinzellen, sondern« um »die stärkere Wandverdickung der stets vorhandenen, aber in manchen Sorten relativ schwachwandig bleibenden Elemente, welche durch die Trockenheit bedingt ist. Dazu kommt, daß ihr Zusammenhang mit dem umgebenden, in trockenen Jahren zäheren Gewebe des Fruchtfleisches ein festerer bleibt.«

Die Lithiasis ist anderseits »eine durch Zellvermehrung nachträglich zustande kommende Anhäufung von

[1] Um ganz sicher zu gehen, müßte man natürlich ein Exemplar von *Cryptomeria Japonica* aus Japan, das neben einem Zwergbäumchen derselben Spezies unter normalen Verhältnissen gewachsen und gleich alt gewesen wäre, vergleichen. Doch stand mir ein solches Vergleichsobjekt begreiflicherweise nicht zur Verfügung und da die inzwischen eingetretenen kriegerischen Ereignisse diese Möglichkeit in unabsehbare Ferne rücken, entschloß ich mich, trotz dieses Mangels meine Beobachtungen zu veröffentlichen.

Steinzellenelementen«, die »schließlich über die Oberfläche der Frucht hervortreten« (170) und »nur auf trockenen Böden in trockenen Jahren« (p. 173) zur Entwicklung gelangen.

Als physiologische Erklärung für die Erscheinung des Zwergwuchses gibt Molisch (I, 1916, p. 32) »eine höchst mangelhafte Ernährung« an. . . »Man läßt die Pflanze hungern, indem man sie in einen möglichst kleinen Topf mit magerer festgestampfter Erde pflanzt und sie so wenig als möglich begießt. Man läßt sie nicht recht leben und nicht sterben, sondern erhält sie in einem ständigen Hungerzustande«.[1]

Darnach darf es uns nicht wundernehmen, wenn sie ähnlich wie die Birnfrüchte auf trockenem Boden zur Versteinung neigen. Daß es unter den geschilderten Verhältnissen auch zu einer Überkonzentration des Zellsaftes in den Markstrahlzellen, z. B. an Zucker, kommen dürfte, wird niemand wundernehmen. Nun besteht aber eine innige Beziehung zwischen Steigerung der Zuckerkonzentration in der Zelle und ihrer Membranbildung. (Richter O., II, 1908, p. 189). Sonach wäre auch von diesem Gesichtspunkte aus das Verhalten der Markstrahlzellen der *Cryptomeria Japonica* dem Verständnis nähergerückt. Merkwürdigerweise ließ sich weder bei der japanischen Zwergkiefer noch bei den anderen untersuchten Nadelbäumchen eine Reaktion der Markstrahlzellen feststellen, wie sie die von *Cryptomeria* zeigen.

Abnorm starke Steinzellenbildung in den Rindenmarkstrahlen bei Zwergexemplaren von Acer sp.

Eine im Anschlusse an die Befunde von *Cryptomeria Japonica* unternommene Untersuchung auch der Markstrahlen

[1] Das wörtliche Zitat, betreffend die Kulturbedingungen der japanischen Zwergbäumchen, erschien mir um so notwendiger, als hiedurch auf Grund der Beobachtungen eines Augenzeugen die Anschauung Sorauer's (1909, p. 141) widerlegt wird, »daß die Bäume feuchtgehalten wurden«, in der er noch bestärkt worden war, weil er bei seinem Untersuchungsobjekte »vereinzelt auftretende Füllkorklockerungen in der Borke« beobachtet hatte [vgl. hiezu auch Molisch III (1915) p. 16].

eines Astes des bei der Reise von Japan nach Prag am Leben gebliebenen Ahorns zeigte die in Fig. 12, Tafel II, dargestellte mächtige Steinzellenbildung in den mehrreihigen Markstrahlen. Kontrollschnitte von einem im Institutsgärtchen gewachsenen *Acer campestre* ergaben jedoch auch ganz ähnliche Bilder, wenn sich auch hier das Verhältnis der Zahl der Steinzellen zu den unverdickt gebliebenen Zellen im Markstrahle nicht so sehr zugunsten jener verschob.

So erwähnt denn auch Möller (1882, p. 269/70) bezüglich *Acer campestre* und auch bezüglich *Acer Pseudoplatanus*, in den Markstrahlen seien nur »einzelne Zellen« »zwischen den Bastfaserplatten sklerotisch« und auch bezüglich *Acer platanoides* (p. 269) hebt er ausdrücklich die Dünnwandigkeit der Markstrahlzellwand hervor, die nur »ausnahmsweise zwischen Sklerenchymgruppen schwach sklerotisiert«.

Immerhin erscheint nach dem Gesagten *Acer* behufs Untersuchung der Sklerenchymbildung in Markstrahlen im Vergleiche zu *Cryptomeria Japonica* als minder geeignetes Beobachtungsobjekt, was auch die Untersuchung anderer abgestorbener Exemplare von Zwergbäumchen bekräftigt.

Ähnlich wie die Zwergbäumchen von *Acer* sp. verhielten sich Myrtenarten, die von den Japanern gleichfalls gern als Zwergbäumchen gezogen werden.

II. Über das Auftreten von Reihen stark verdickter Zellen in den Lentizellen eines Zwergahorns.

Eine höchst auffallende Erscheinung, die man dagegen im Gegensatze zu normalen Ahornbäumen unserer Klimaten bei dem früher erwähnten Zwergahorn wahrnehmen kann, ist das Auftreten von oft mehreren Reihen stark verdickter Zellen im Periderm, eine Erscheinung, die eher gegen als für Sorauer's oben geäußerte Anschauung von der Feuchtkultur der Zwergbäumchen zu sprechen scheint,

Schon das Periderm eines solchen Zwergahorns zeigt merkwürdige Eigenheiten.

Wie aus den Untersuchungen von Möller (1882, p. 268) bekannt ist, hat *Acer platanoides* »eine aus 3 bis 4 Reihen weitlichtiger, sogar radial gestreckter, etwas derbwandiger Korkzellen« bestehende Peridermschicht. »Auf je 3 oder 4 Reihen, dem oberflächlichen Periderm ähnliche Korkzellen folgen 2 oder 3 Reihen flacher, gleichmäßig schwach sklerotisierter Zellen.« (269.) Bei *Acer campestre* und *Acer Pseudoplatanus* sind (269/70) »die Korkzellen zartwandig, weitlichtig schichtenweise abgeflacht; in weiten Abständen werden einfache oder doppelte Reihen derselben schwach sklerotisch.« Bei *Acer Negundo* L. (271) sind »die Korkzellen mäßig flach und werden alsbald gleichmäßig oder mit vorherrschender Verdickung der Innenseite sklerotisch«.

Bei dem Zwergbäumchen von *Acer* nun ist das bis siebenschichtige Periderm durchweg so ausgebildet, daß es dem von *Cytisus* her bekannten Lederkorke täuschend ähnlich sieht (vgl. Strasburger 1913, p. 321), siehe Fig. 13 der Tafel II.

Man stelle sich nun vor, daß 1, 2 oder mehrere Zellreihen des beschriebenen Periderms über die Lentizellen hinwegziehen, so bekommt man die richtige Vorstellung vom Bau dieser Lentizellen (vgl. Fig. 14 der Tafel II).

Ich glaube nicht fehlzugehen, wenn ich annehme, daß diese Einrichtung hauptsächlich der Herabsetzung der inneren Transpiration der Zwergpflanze dient. Vielleicht soll es durch sie auch überhaupt zu einem verminderten Gasaustausch kommen.

Da den *Acer*-Arten unserer Heimat derartige Bildungen fehlen, liegt der Schluß nahe, daß auch sie als Folge der abnormen Kultur der Zwergbäumchen aufzufassen sind.

Entfernte Ähnlichkeit besitzen die beschriebenen Lentizellen mit den in Fig. 16 und 17 von Klebahn (I, 1884) als Choriphelloidzellen bezeichneten oder in Fig. 5 (II, 1883) dargestellten Lentizellenformen, doch läßt eine genauere Überprüfung immer den völligen Mangel von Interzellularen erkennen.

Zusammenfassung.

In der vorliegenden Arbeit wird ein kleiner Beitrag zur Anatomie der japanischen Zwergbäumchen gebracht. Es zeigte sich:

1. Daß sich ein als Zwergbäumchen gezogenes *Cryptomeria Japonica*-Exemplar aus Japan dadurch wesentlich von normalen Vergleichsexemplaren unterschied, daß in den Markstrahlen der Rinde vereinzelte Steinzellen oder Steinzellengruppen auftreten, ja daß sich sogar sämtliche Zellen der Rindenmarkstrahlen in Sklerenchymzellen umwandeln können.

2. Daß bei einem japanischen Zwergahorn, der übrigens eine auffallende Häufung von Steinzellengruppen in den Rindenmarkstrahlen aufwies, eine dem Lederkork von *Cytisus* sehr ähnlich aussehende Korkschichte entwickelt war, die, auch in die Lentizellen übergehend, deren Funktion jedenfalls stark herabsetzen dürfte.

3. Beide Beobachtungen stehen mit der von Molisch vertretenen Anschauung, daß der Zwergwuchs der japanischen Zwergbäumchen auf mangelhafte Ernährung zurückzuführen sei, in gutem Einklang.

Figurenerklärung.[1]

Tafel I.

Fig. 1, 2, 4, 5—7. Tangentialschnitte durch die Astrinde eines Zwergexemplares von *Cryptomeria Japonica* mit in »Versteinung« begriffenen Markstrahlen. (p. 429.)

Fig. 1. Teilweise Verstopfung einer Markstrahlzelle mit knieförmig gebogener Steinzelle. V. 325.

Fig. 2. Übersichtsschnitt. V. = 100.
Sk = Sklerenchymfasern.
M = Markstrahlen.

Fig. 4, 5, 6. (V. 180; 325, 100.) Fälle »des Eindringens« einzelner Markstrahlsteinzellen in das Gebiet ihrer Nachbarinnen.

Fig. 6. (V. 100.) Anscheinende Verschmelzung zweier Steinzellen.

Fig. 7. (V. 180.) Beginn der Verstopfung. Die erste Sklerenchymzelle.

[1] Für die schönen Zeichnungen bin ich Herrn Assistenten Josef Gicklhorn zu großem Danke verpflichtet.

Fig. 3. Tangentialschnitt des Kontrollmaterials, der Rinde eines mächtigen normalen *Cryptomeria Japonica*-Stammes. V. 100. Man sieht keine Spur von Sklerenchymzellen in den Markstrahlen (*M*). Dagegen finden sich wieder *Sk* = Sklerenchymfasern vor. (p. 431.)

Fig. 8 und 9. V = 100. Radialschnitte durch die Astrinde eines Zwergexemplares von *Cryptomeria Japonica* mit in Versteinung begriffenen Markstrahlen. (p. 429, 430.)

Fig. 8 beginnende, Fig. 9 weit vorgeschrittene Versteinung.

Tafel II.

Fig. 10. Merkwürdig auswachsende Steinmarkstrahlzellen in einem Radialschnitt der Zwerg-*Cryptomeria* aus Japan. V. 325. (p. 430.)

Fig. 11. Querschnitt durch die Astrinde einer verzwergten japanischen *Cryptomeria*. V = 100. (p. 430.)
M = versteinte Markstrahlen.
Sk = Sklerenchymfaserbinden.

Fig. 12. Sklereiden in einem tangential geschnittenen Markstrahle eines japanischen Zwergahorns. V. 325. (p. 434.)

Fig. 13. Schnitte durch den Kork des Stammes eines Zwergahorns aus Japan. V. 100. Der Kork ist typischer Lederkork. (p. 435.)

Fig. 14. Lentizelle durch denselben Ahorn im Querschnitt. V. 80. Sklereidenbinden bilden einen hermetischen Abschluß der Lentizelle. (p. 435.)

Literatur.

Gauchery P. Recherches sur le nanisme végétal. Ann. d. sciences natur. Botanique. Tom. IX., 1899, p. 61. Huitième serie.

Klebahn H. I. Die Rindenporen. Jena 1884. Verlag von G. Fischer.
II. Über die Struktur und die Funktion der Lentizellen, sowie über den Ersatz derselben bei einigen lentizellenfreien Holzgewächsen. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1883, Bd. I, p. 113.

Kraus Gregor. Über den Nanismus unserer Wellenkalkpflanzen. Verh. d. Phys. Med. Ges. zu Würzburg, Jg. 1906, 38. Bd. der neuen Folge. (p. 103.)

Lippold E. Anpassung der Zwergpflanzen des Würzburger Wellenkalkes nach Blattgröße und Spaltöffnungen. Aus der Pflanzenwelt Unterfrankens, III. Verh. d. Phys. Med. Ges. zu Würzburg, 36. Bd. der neuen Folge, Jg. 1904. (p. 71.)

Molisch H. I. Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. Jena, Verlag von G. Fischer, 1916,

Molisch H. II. Zur Kenntnis der Thyllen, nebst Beobachtungen über Wundheilung in der Pflanze. Sitzungsber. d. Kaiserl. Akad. d. Wissensch., math.-naturw. Kl., Bd. XCVII, Abt. I, Juni 1888, p. [264] 1.

III. Die Verwertung des Abnormen und Pathologischen in der Pflanzenkultur. Vortrag v. 15. Dez. 1915. Vorträge des Vereines z. Verbreitung naturw. Kenntnisse in Wien. 56. Jg. H. 13. Wien, 1916. Verl. v. Wilh. Braumüller & Sohn.

Möller J. Anatomie der Baumrinden. Berlin, 1882, Verlag von J. Springer.

Richter O. I. Beiträge zur Anatomie der japanischen Zwergbäumchen. Verh. d. Ges. deutscher Naturforscher und Ärzte. 85. Vers. zu Wien. Vom 21.—28. September 1913. II. Teil, 1. Hälfte, p. 647.

II. Über den Einfluß der Narkotika auf die Anatomie und die chemische Zusammensetzung von Keimlingen. Ebenda. 80. Vers. zu Köln vom 20.—26. September 1908. II. Teil, 1. Hälfte. p. 189.

Sierp H. Über die Beziehungen zwischen Individuengröße, Organgröße und Zellengröße, mit besonderer Berücksichtigung des erblichen Zwergwuchses. Jb. f. wiss. Bot., Jg. 1913. Bd. 53, H. 1.

Sorauer P. Handbuch der Pflanzenkrankheiten. I. Bd. Die nichtparasitären Krankheiten. Berlin, Verlag P. Pary, 1909, p. 139 u. f.

Strasburger E. Das botanische Praktikum. 5. umgearb. Auflage. Jena, 1913. Verlag von G. Fischer.

Vallot. Les arbres nains du Japon à l'exposition du Trocadéro. Journ. l'hort. t., XI, 1889, zit. n. Gauchery.